

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Januar 2003 (16.01.2003)

PCT

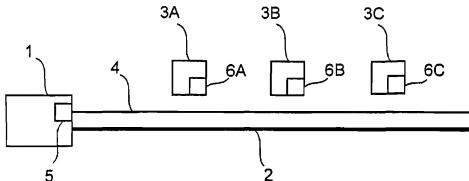
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/005380 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **H01F** [DE/DE]; Rheinstraße 27 + 33, 79576 Weil am Rhein-Märkt (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/06765
- (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Juni 2002 (19.06.2002)
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖHLER, Frank [DE/DE]; Prattelerstrasse 5, 79639 Grenzach-Wyhlen (DE); WINTERHALTER, Roland [DE/DE]; Hohenzollerstrasse 36 B, 79206 Breisach (DE). WECHLIN, Mathias [DE/DE]; Oberer Garten 18, 79400 Kandern (DE). MECKE, Rudolf [DE/DE]; Ziegeleistrasse 12, 39126 Magdeburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 31 905.3 4. Juli 2001 (04.07.2001) DE
- (74) Anwälte: RAPP, Bertram usw.; Charrier Rapp & Liebau, Postfach 31 02 60, 80603 Augsburg (DE).
- (30) Angaben zur Priorität: 101 31 905.3 4. Juli 2001 (04.07.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): WAMPFLER AKTIENGESellschaft

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR THE INDUCTIVE TRANSMISSION OF ELECTRICAL POWER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR INDUKTIVEN ÜBERTRAGUNG ELEKTRISCHER ENERGIE



(57) Abstract: The invention relates to a device for the inductive transmission of electrical power, comprising a power line which is situated on the primary side of said device and which consists of two wires which are guided in a parallel manner relative to each other. Power can be drawn from line by at least one mobile consumer, which is situated on the secondary side, by means of inductive coupling. Said device is provided with a data line which is situated on the primary side for the additional inductive transmission of data to and/or from the consumer. Said data line consists of two wires which are guided in a parallel manner relative to each other. Each of the data line wires is arranged adjacent to one of the two power line wires and in a manner that is symmetrical to a plane. The cross section of the conductor of the adjacent wire of the energy line is also symmetrical relative to the plane. The inductive coupling between the power line and the data line can be thus kept very low, and simultaneously enables the inductor, which is to be provided on the secondary side for the magnetic coupling with the data line, to be integrated into or mounted on the energy-transmitting consumer. The data line can be fixed to the power line or both lines can be integrated therewith in a common cable.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Vorrichtung zur induktiven Übertragung elektrischer Energie mit einer aus zwei parallel zueinander geführten Adern bestehenden primärseitigen Energieleitung, der durch mindestens einen sekundärseitigen beweglichen Abnehmer mittels induktiver Kopplung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

Energie entnommen werden kann, ist zur zusätzlichen induktiven Übertragung von Daten zu und/oder von dem Abnehmer primär-
seitig eine aus zwei parallel zueinander geführten Adern bestehende Datenleitung vorgesehen. Dabei sind beide Adern der Daten-
leitung benachbart zu einer der beiden Adern der Energieleitung angeordnet, und zwar symmetrisch zu einer Ebene, bezüglich derer
der Querschnitt des Leiters der benachbarten Ader der Energieleitung seinerseits symmetrisch ist. Hierdurch wird die induktive
Kopplung zwischen der Energieleitung und der Datenleitung sehr gering gehalten und gleichzeitig ermöglicht, die sekundärseitig
zur magnetischen Kopplung mit der Datenleitung vorzusehende Induktivität in den zu Energieübertragung bestimmten Abnehmer
zu integrieren oder an diesen anzubauen. Die Datenleitung kann an der Energieleitung befestigt oder zusammen mit dieser in einem
gemeinsamen Kabel integriert sein.

Vorrichtung zur induktiven Übertragung elektrischer Energie

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur induktiven Übertragung elektrischer Energie nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Vorrichtung, wie sie beispielsweise aus der WO 92/17929 bekannt ist, dient zur Übertragung elektrischer Energie zu mindestens einem beweglichen Verbraucher ohne mechanischen oder elektrischen Kontakt. Sie umfaßt einen Primär- und einen Sekundärteil, die ähnlich dem Prinzip des Transformators elektromagnetisch gekoppelt sind. Der Primärteil besteht aus einer Einspeisungselektronik und einer entlang einer Strecke verlegten Leiterschleife. Ein oder mehrere Abnehmer und die zugehörige Abnehmerelektronik bilden die Sekundärseite. Im Gegensatz zum Transformator, bei dem Primär- und Sekundärteil möglichst eng gekoppelt sind, handelt es sich um ein lose gekoppeltes System. Möglich wird dies durch eine relativ hohe Betriebsfrequenz im Kilohertzbereich. So können auch große Luftspalte bis zu einigen Zentimetern überbrückt werden. Dabei wird die Betriebsfrequenz sekundärseitig als Resonanzfrequenz eines Parallelschwingkreises festgelegt, der durch die Parallelschaltung eines Kondensators zu der Abnehmerspule gebildet wird.

Zu den Vorteilen dieser Art der Energiezuführung zählen insbesondere die Verschleiß- und Wartungsfreiheit, sowie die Berührungssicherheit und eine hohe Verfügbarkeit. Typische Anwendungen sind automatische Materialtransportsysteme in der Fertigungstechnik, aber auch Personentransportsysteme, wie Aufzüge und elektrisch angetriebene Busse. Bei vielen dieser Anwendungen besteht das Bedürfnis nach einer Kommunikationsverbindung zwischen einer zentralen Steuereinrichtung und dem beweglichen Verbraucher, insbesondere zum Zweck der Fernsteuerung des Verbrauchers. Darüber hinaus kann es bei einem System mit einer Vielzahl beweglicher Verbraucher auch wünschenswert sein, daß die Verbraucher untereinander kommunizieren können, beispielsweise um ihre Bewegungen selbständig zu koordinieren und Kollisionen zu vermeiden. Nach dem Stand der Technik wird eine solche Kommunikation üblicherweise in Form von Funkverbindungen betrieben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vorrichtung zur induktiven Übertragung elektrischer Energie einen neuen Weg zur Übertragung von Information zu dem beweglichen Verbraucher aufzuzeigen und ein hierfür geeignetes Kabel bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 1 und durch ein Kabel mit den Merkmalen nach Anspruch 14 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen 2 bis 13 bzw. 15 bis 18 zu entnehmen.

Die Erfindung macht sich die Tatsache zunutze, daß das Prinzip der induktiven Kopplung ebenso gut zur Datenübertragung wie zur Energieübertragung eingesetzt werden kann, und daß bei der Verlegung der Primärleiterschleife die Verlegung einer parallel dazu verlaufenden Datenleitung nur einen geringen zusätzlichen Aufwand bedeutet. Dieses Konzept wirft allerdings das Problem auf, daß die Datenleitung ausreichend eng mit der ihr zugeordneten Empfangs- und/oder Sendeeinrichtung in dem beweglichen Verbraucher induktiv gekoppelt sein muß, gleichzeitig aber soweit wie möglich von der Energieleitung entkoppelt sein sollte. Die Erfindung löst dieses Problem durch eine spezielle geometrische Anordnung der Datenleitung in Bezug auf die Energieleitung.

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines speziell für die erfindungsgemäße Kombination einer Datenleitung mit einer Energieleitung optimierten Kabels, wodurch sich der Aufwand zur gemeinsamen Verlegung der beiden Leitungen sowie die Gefahr einer fehlerhaften Verlegung stark verringert. Ein weiterer Vorteil eines solchen Kabels, in dem beide Leitungen integriert sind, ist eine im Vergleich zu zwei separaten Kabeln höhere Biegesteifigkeit, wodurch bei einer hängenden Anordnung zur Einhaltung eines vorgegebenen maximalen Durchhangs weniger Befestigungspunkte benötigt werden.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. In diesen zeigt

Fig. 1 eine schematische Längsansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform der Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht einer anderen Ausführungsform der Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 4 A-C schematische Querschnittsansichten verschiedener Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Spezialkabels.

Wie Fig. 1 schematisch zeigt, besteht ein System zur induktiven Übertragung elektrischer Energie aus einer Einspeisungselektronik 1, einer Energieleitung 2, sowie aus einem oder mehreren beweglichen Abnehmern 3A bis 3C, wobei die in Fig. 1 dargestellte Anzahl von 3 Abnehmern 3A bis 3C rein beispielhaften Charakter hat. Die Einspeisungselektronik 1 speist einen Wechselstrom in die schleifenförmig geführte Energieleitung 2 ein, mit der die Abnehmer 3A bis 3C jeweils induktiv gekoppelt sind. Ein Abnehmer 3A bis 3C ist jeweils Bestandteil eines entlang der Energieleitung 2 beweglichen Verbrauchers, den er aufgrund besagter induktiver Kopplung mit einer Wechselspannung versorgt. Diese kann in dem Verbraucher je nach Bedarf umgeformt werden. Beispielsweise kann dort mittels eines Gleichrichters und eines Schaltreglers bekannter Art eine Gleichspannung gewünschter Größe erzeugt werden.

Erfindungsgemäß verläuft parallel zu der Energieleitung 2 eine Datenleitung 4, die seitens der Einspeisungselektronik 1 direkt an eine kombinierte Sende- und Empfangseinrichtung 5, nachfolgend als Transceiver bezeichnet, angeschlossen ist. Seitens der Abnehmer 3A bis 3C ist jeweils ebenfalls ein Transceiver 6A bis 6C vorgesehen, der mit der Datenleitung 4 induktiv gekoppelt ist. Zwischen dem Transceiver 5 und den Transceivern 6A bis 6C werden in beiden Richtungen Informationen seriell übertragen, beispielsweise in Form von Steuerbefehlen an die beweglichen Verbraucher sowie von Statusmeldungen von den einzelnen Verbrauchern. Es versteht sich von selbst, daß im Grundsatz auch ein reiner Sender auf einer Seite mit einem oder mehreren reinen Empfängern auf der anderen Seite kombiniert werden kann, sofern eine bidirektionale Kommunikation nicht von Interesse sein sollte. Andererseits können bidirektionale Transceiver 6A bis 6C nicht nur mit dem ortsfesten Transceiver 5, sondern auch untereinander kommunizieren. Letztlich steht mit der Datenleitung 4 das Übertragungsmedium für einen seriellen Datenbus zur Verfügung, über den von den angeschlossenen Teilnehmern, dem ortsfesten Transceiver 5 sowie den

beweglichen Transceivern 6A bis 6C, beliebig komplexe Daten auf der Basis eines geeigneten Protokolls übertragen werden können.

Während die induktive Übertragung von Informationssignalen als solche in der Nachrichtentechnik beispielsweise aus der Anwendung von Übertragern zur Widerstandstransformation oder zur Potentialtrennung seit langem bekannt ist, besteht die Besonderheit ihrer Anwendung bei der vorliegenden Erfindung darin, daß Primär- und Sekundärseite relativ zueinander nicht ortsfest, sondern entlang einer weiten Strecke beweglich sind, und daß die Informationsübertragung mit einer gleichzeitigen, ebenfalls induktiven Energieübertragung über die nahezu gleiche Distanz einhergeht.

Bei einem parallelen Verlauf der beiden Leitungen 2 und 4 ist aufgrund der Tatsache, daß das zur Energieübertragung bestimmte Feld eine wesentlich größere magnetische Flußdichte haben muß als das zur Informationsübertragung bestimmte, in erster Linie mit einem Übersprechen von der Energieleitung 2 auf die Datenleitung 4, d.h. mit einer Störung der übertragenen Informationssignale zu rechnen. Um diese Störung weitgehend zu unterdrücken, sieht die vorliegende Erfindung für die beiden Leitungen 2 und 4 beispielsweise die in Fig. 2 im Querschnitt dargestellte geometrische Anordnung der einzelnen Adern 2A und 2B bzw. 4A und 4B vor.

Jeder der beiden Leitungen 2 und 4 ist schleifenförmig geführt. So fließt zu einem beliebigen Zeitpunkt der primärseitig zur Energieübertragung in die Leitung 2 eingespeiste Strom beispielsweise in der Ader 2A von der Einspeisungselektronik 1 weg und in der anderen Ader 2B zu dieser zurück oder umgekehrt. In analoger Weise fließt der entweder von dem Transceiver 5 in die Leitung 4 eingespeiste oder von einem der Transceiver 6A bis 6C in der Leitung 4 induzierte Strom zu einem beliebigen Zeitpunkt beispielsweise in der Ader 4A in Richtung von dem Transceiver 5 weg und in der anderen Ader 4B zu dem Transceiver 5 hin oder umgekehrt. Topologisch heißt dies, daß die Adern 2A und 2B einerseits und die Adern 4A und 4B andererseits jeweils am Ende der Bewegungsstrecke der Abnehmer 3A bis 3C schleifenförmig ineinander übergehen oder dort jeweils durch ein Abschlußglied leitend miteinander verbunden sind. Die beiden Adern 2A und 2B der Energieleitung 2 bestehen, wie in Fig. 2 anhand der Ader 2B gezeigt ist, jeweils aus einem metallischen Leiter 7, der von einer Isolierung 8 umgeben ist. In analoger Weise bestehen die beiden Adern 4A und 4B der

Datenleitung 4, wie in Fig. 2 anhand der Ader 4B gezeigt ist, jeweils aus einem metallischen Leiter 9, der von einer Isolierung 10 umgeben ist.

Um die Störung der Informationsübertragung durch die Energieübertragung möglichst gering zu halten, muß die Gegeninduktivität zwischen den beiden Leitungen 2 und 4 möglichst gering gehalten werden. Dies bedeutet, daß der durch den Strom in der Energieleitung 2 erzeugte magnetische Fluß möglichst gering mit der Datenleitung 4 verkettet sein sollte, d.h. die Verbindungsebene der beiden Adern 4A und 4B möglichst wenig durchsetzen sollte. Für denjenigen Anteil des Gesamtflusses, der von dem Strom in der Ader 2B herrührt, wird dies bei der Anordnung nach Fig. 2 in idealer Weise erreicht, da das Feld eines geradlinigen Stromes in der Querschnittsebene bekanntlich tangential verläuft, die Feldlinien des Stromes in der Ader 2B also bei radialsymmetrischer Stromverteilung, die hier ohne weiteres vorausgesetzt werden darf, konzentrische Kreise um die Mittelachse der Ader 2B sind, woraus sich ein resultierender magnetischer Flußanteil von Null durch die Verbindungsebene der Adern 4A und 4B ergibt. Erreicht wird dies durch die symmetrische Anordnung der beiden Adern 4A und 4B in Bezug auf die Ader 2B.

Das Feld der anderen Ader 2A, dessen Feldlinien konzentrische Kreise um die Mittelachse der Ader 2A sind, ergibt zwar einen nicht verschwindenden Flußanteil durch die Verbindungsebene der Adern 4A und 4B, doch fällt dieser weniger stark ins Gewicht, da die Ader 2A weiter entfernt ist als die Ader 2B. Es ist klar, daß dieser Flußanteil um so kleiner ist, je weiter die Adern 4A und 4B von der Ader 2A entfernt sind, und je näher beieinander die Adern 4A und 4B liegen. Einer Verringerung besagten Flußanteils durch weitere Erhöhung der Entfernung von der Ader 2A steht aber entgegen, daß man die Leitung 4 dann nicht mehr zusammen mit der Leitung 2 in einem gemeinsamen Kanal verlegen und auch den Transceiver 6A nicht mehr, wie in Fig. 2 angedeutet, zusammen mit dem Abnehmer 3A in einer Baueinheit integrieren könnte. Letzteres gilt auch für eine Drehung der beiden Adern 4A und 4B um 90° im Uhrzeigersinn um die Mittelachse der Ader 2B, die im Hinblick auf die Minimierung der Verkettung mit dem von der Ader 2A erzeugten Fluß optimal wäre. Eine separat verlegte Datenleitung 4 und/oder ein vollkommen separat von dem Abnehmer 3A angeordneter Transceiver 6A wären mit wesentlich höheren Systemkosten verbunden. Andererseits steht einer Verringerung besagten Flußanteils durch weitere Verringerung der gegenseitigen Entfernung der Adern 4A und 4B entgegen, daß dadurch zwangsläufig auch die magnetische Kopplung zwischen der Leitung 4 und dem Transceiver 6A abnehmen würde.

Die symmetrische Anordnung der Datenleitung 4 zu einer der Adern 2B in unmittelbarer Nachbarschaft derselben stellt somit hinsichtlich der Unterdrückung des Übersprechens von der Energieleitung 2 auf die Datenleitung 4 einen Kompromiß dar, wobei es zur Maximierung der magnetischen Kopplung zwischen der Datenleitung 4 und dem Transceiver 6A zweckmäßig ist, von allen Anordnungen, die bezüglich der Symmetrie der Datenleitung 4 zur benachbarten Ader 2B der Energieleitung 2 gleichwertig sind, diejenige auszuwählen, bei der die Datenleitung 4 dem Transceiver 6A möglichst nahe liegt. Es versteht sich von selbst, daß bei einer Integration des Transceivers 6A in den Abnehmer 3A, wie sie Fig. 2 zeigt, sekundärseitig der Transceiver 6A möglichst nahe bei der Ader 2B und damit auch bei der Datenleitung 4 angeordnet werden sollte.

Alternativ zu der in Fig. 2 dargestellten Anordnung können die beiden Leiter der Datenleitung 4 auch so angeordnet werden, daß sie die gleiche Art von Symmetrie wie zu der benachbarten Ader 2B auch in Bezug auf die entferntere Ader 2A der Energieleitung 2 aufweisen. Hierzu zeigt Fig. 3 als Beispiel die zuvor bereits erwähnte Anordnung, bei der die beiden Adern 4A und 4B der Datenleitung 4 gegenüber der Anordnung nach Fig. 2 bezüglich der Mittelachse der benachbarten Ader 2B der Energieleitung 2 um 90° im Uhrzeigersinn gedreht sind. In diesem Fall besteht auch keine Verkettung der Datenleitung 4 mit dem von der entfernteren Ader 2A erzeugten magnetischen Fluß mehr, so daß theoretisch überhaupt kein induktives Übersprechen mehr möglich ist.

Es versteht sich von selbst, daß die in Fig. 3 gezeigte Position des Transceivers 6A, die mit derjenigen aus Fig. 2 übereinstimmt, nicht optimal ist. Nimmt man an, daß bei dem in Fig. 2 dargestellten Transceiver 6A die Richtung maximaler Empfindlichkeit senkrecht zu der durch die Mittelachsen der beiden Adern 4A und 4B der Datenleitung 4 definierten Ebene verläuft, was in Fig. 2 eine optimale Ausrichtung des Transceivers 6A bedeutet, dann wäre bei der um 90° im Uhrzeigersinn gedrehten Anordnung der Datenleitung 4 in Fig. 3 eine gleichermaßen gedrehte Anordnung des Transceivers 6A rechts neben den Adern 4A und 4B optimal. Im Regelfall steht dieser Ort aber im Hinblick auf die Realisierbarkeit von Verzweigungen der Energieleitung 2 gar nicht zur Verfügung, so daß der Transceiver 6A auch bei der Ausführungsform nach Fig. 3 oberhalb der Energieleitung 2 angeordnet werden muß. Dabei ergibt sich die laterale Position des Transceivers 6A als Kompromiß zwischen der induktiven

Kopplung einerseits und dem für den Ein- oder Anbau in bzw. an den Abnehmer 3A zur Verfügung stehenden Raum andererseits.

Darüber hinaus kann die Sende- und Empfangsspule des Transceivers 6A auch innerhalb desselben schräg zu den Außenwänden seines Gehäuses eingebaut und auf diese Weise die Richtung maximaler Empfindlichkeit ohne Drehung des Gehäuses variiert werden. Hierin besteht ein zusätzlicher Freiheitsgrad zur Anpassung eines oberhalb der Energieleitung 2 platzierten Transceivers 6A an eine seitliche Anordnung des Datenkabels gemäß Fig. 3.

Die Erfindung beschränkt sich keineswegs auf die in den Figuren dargestellte Querschnittsform der Leitungen 2 und 4. Beispielsweise könnten die Adern 2A und 2B der Energieleitung 2 auch einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei es auf die Querschnittsform des Leiters 7 ankäme. In diesem Fall hätte der Querschnitt des Leiters 7 zwei Symmetrieebenen und die beiden Adern 4A und 4B der Datenleitung 4 müßten symmetrisch in Bezug auf eine dieser Symmetrieebenen angeordnet werden, um den von dem Strom in der Ader 2B herrührenden Flußanteil zu eliminieren.

Des weiteren kann auch der Abnehmer 3A eine andere Form haben. Beispielsweise kann er T-förmig oder E-förmig gestaltet sein, wobei im einen Fall der vertikale T-Balken zwischen die beiden Adern 2A und 2B hineinragen würde, während im anderen Fall der mittlere E-Schenkel zwischen die beiden Adern 2A und 2B ragen würde und die beiden äußeren Schenkel diese seitlich umgreifen würden. Analog hierzu kann auch der Transceiver 6A eine andere als die in Fig. 2 dargestellte Querschnittsform haben.

Ferner kann die erfindungsgemäße Anordnung einer Datenleitung 4 auch auf beide Adern 2A und 2B der Energieleitung gleichzeitig angewendet werden, um eine zweite Datenleitung 4 zur Realisierung einer Kommunikation im Vollduplex-Betrieb bereitzustellen. Hierzu werden dann sowohl primärseitig, als auch sekundärseitig entsprechende Transceiver 5 bzw. 6A bis 6C für jede der beiden Datenleitungen 4 benötigt. Eine Kommunikation im Vollduplex-Betrieb wäre aber auch mit nur einer Datenleitung 4, wie sie in den Figuren 2 und 3 wiedergegeben ist, durch Trennung der beiden Übertragungsrichtungen im Frequenzbereich möglich.

Wie die Figuren 2 und 3 erkennen lassen, kann die Datenleitung 4 separat von der Energieleitung 2 ausgebildet sein. In diesem Fall ist es zur Einhaltung einer definierten Lage der Datenleitung 4 gegenüber dem Transceiver 6A zweckmäßig, die Datenleitung 4 an der Ader 2B der Energieleitung 2 zu fixieren. Dies könnte beispielsweise durch Kleben oder mittels handelsüblicher Kabelbinder geschehen. Eine unter dem Gesichtspunkt der Montagefreundlichkeit wesentlich zweckmäßigere Art der Befestigung ist die Anordnung von Halteklammern in regelmäßigen Abständen entlang der Leitungen 2 und 4, wobei die Klammern so geformt sind, daß die Leitungen 2 und 4 durch einen kurzen Handgriff mit einer Klammer verrastet werden können. Die beiden Leitungen 2 und 4 können aber auch in einem gemeinsamen Spezialkabel zusammengefaßt sein, wodurch sich die Verlegung am weitesten vereinfacht.

Die Figuren 4A bis 4C zeigen drei mögliche Varianten eines solchen Spezialkabels im Querschnitt. Bei der Variante nach Fig. 4A sind die kreisringförmigen Isolierungen 110A und 110B der beiden Adern 104A und 104B, welche zusammen die Datenleitung 4 bilden, jeweils über Stege 111A bzw. 111B einstückig mit der kreisringförmigen Isolierung 108 einer Ader 102B der Energieleitung 2 verbunden. Die gesamte aus den Teilen 108, 110A und 110B, sowie 111A und 111B bestehende Isolierung ist in einem einzigen Arbeitsschritt um die Leiter 107, 109A und 109B extrudiert. Durch die unsymmetrische äußere Form ist die Lage der Leiter 109A und 109B in Bezug auf den Leiter 107 ohne weiteres von außen erkennbar, so daß eine Fehlorientierung bei der Verlegung weitestgehend ausgeschlossen ist.

Bei allen drei in den Figuren 4A bis 4C gezeigten Varianten bestehen die jeweiligen Leiter 107, 207 und 307 der Energieleitung 2 aus Litze, d.h. aus einer Vielzahl einzelner, gegeneinander isolierter Drähte, die spiralförmig um einen zentralen Isolator 112 bzw. 212 bzw. 312 gewickelt sind, wobei die spiralförmige Wicklung in der Querschnittsansicht der Figuren 4A bis 4C nicht erkennbar ist. Der Querschnitt der Leiter 107, 207 und 307 ist somit zwar nicht kreisförmig, wie in den Figuren 2 und 3 schematisch dargestellt, die Stromverteilung kann aber dennoch als annähernd radialsymmetrisch betrachtet werden. Somit treffen die anhand der Figuren 2 und 3 getroffenen Aussagen über das Magnetfeld des Stromes in dem Leiter 7 gleichermaßen auch auf die Leiter 107, 207 und 307 der in den Figuren 4A bis 4C dargestellten Kabelvarianten zu. Im übrigen ist die Zweckmäßigkeit der Verwendung von Litze für die Energieleitung 2 davon abhängig, welches Ausmaß bei den jeweiligen Betriebsparametern (Strom und Frequenz) die radiale Stromverdrängung hat. Es

sind auch Konfigurationen möglich, bei denen auf Litze verzichtet und ein Leiter mit kreisförmigem Querschnitt wie in den Figuren 2 und 3 eingesetzt werden kann.

Bei der Variante nach Fig. 4A sind die Stege 111A und 111B vergleichsweise dünn, so daß die beiden Adern 104A und 104B mit geringem Kraftaufwand von der Ader 102B getrennt werden können. Dies ist bereits deshalb wünschenswert, weil die Energieleitung 2 an ihrem Anfang an eine Einspeisungselektronik 1, die Datenleitung hingegen an einen Transceiver 5 angeschlossen werden muß, wie aus Fig. 1 ersichtlich ist. Darüber hinaus müssen in die Energieleitung 2 entlang ihres Verlaufes hier nicht dargestellte Abstimmkondensatoren geschaltet werden, um die Energieleitung 2 bei der von der Einspeisungselektronik 1 vorgegebenen Betriebsfrequenz in Resonanz zu versetzen, während die Datenleitung 4 keine solchen Abstimmkondensatoren benötigt. Es ist daher allgemein von Vorteil, wenn die Datenleitung 4 ohne großen Aufwand von der Energieleitung 2 getrennt werden kann, um an jeder der beiden Leitungen unabhängig von der jeweils anderen spezielle Systemkomponenten anzuschließen.

Die Kabelvariante nach Fig. 4B unterscheidet sich von derjenigen nach Fig. 4A durch einen rechteckigen Querschnitt der einstückigen gemeinsamen Isolierung 213 des Leiters 207 der Energieleitung 2 und der beiden Leiter 209A und 209B der Datenleitung 4. Die beiden Leiter 209A und 209B sind in zwei eine Seite 214 der Isolierung 213 begrenzenden Ecken derselben angeordnet. Von besagter Seite 214 aus und senkrecht zu dieser erstrecken sich benachbart zu den Leitern 209A und 209B zwei Schlitz 215A und 215B längs des Kabels, wodurch die Seite 214 von außen als solche identifizierbar ist. An einer der Tiefe der Schlitz 215A und 215B entsprechenden Position erstrecken sich an den beiden der Seite 214 benachbarten Seiten der Isolierung 213 jeweils Kerben 216A und 216B längs des Kabels. Jede dieser Kerben 216A und 216B definiert zusammen mit dem jeweils benachbarten Schlitz 215A bzw. 215B eine Sollbruchstelle 211A bzw. 211B, die dem Steg 111A bzw. 111B der Variante nach Fig. 4A entspricht und ein problemloses Abtrennen der Datenleitung 4 von der Energieleitung 2 ermöglicht.

Die dritte Kabelvariante nach Fig. 4C setzt im Gegensatz zu den beiden ersten keine einstückige Extrusion der gesamten Isolierung mittels eines speziellen Werkzeugs voraus. Vielmehr sind bei dieser Variante die Energieleitung 2 und die Datenleitung 4 zunächst separat ausgebildet und werden nachträglich miteinander verbunden. Dabei entspricht die

Querschnittsform der Energieleitung 2 derjenigen aus Fig. 4A mit einem Leiter 307 und einer zugehörigen kreisringförmigen Isolierung 308. Die Datenleitung 4 besteht aus zwei Leitern 309A und 309B mit jeweils einer kreisringförmigen Isolierung 310A bzw. 310B. Letztere sind durch einen Steg 317 einstückig miteinander verbunden. Durch den Steg 317 ist der gegenseitige Abstand der Leiter 309A und 309B weitgehend festgelegt und insbesondere in Längsrichtung der Datenleitung 4 konstant. Die Datenleitung 4 ist in ihrem Aufbau mit einer 300 Ω -Antennenleitung früher üblicher Art vergleichbar. Grundsätzlich wäre es auch denkbar, für die Datenleitung 4 ein Flachkabel mit mehr als zwei Adern zu verwenden, von denen dann nur zwei zur Datenübertragung benutzt würden.

Zur mechanischen Verbindung der beiden Leitungen wird die Datenleitung 4 an die Energieleitung angelegt, wobei der Steg 317 vorzugsweise flexibel sein sollte, damit sich die Datenleitung 4 in ihrer Form an die Energieleitung 2 anpassen kann, wie es in Fig. 4C dargestellt ist. Dann werden beide mit einer gemeinsamen Ummantelung 318, die vorzugsweise aus einem textilen oder textilverstärkten Material besteht, umwickelt. Da bei dieser Variante die Lage der Datenleitung in Bezug auf die Energieleitung nicht ohne weiteres an der äußeren Form des Kabels erkennbar ist, wird diese Position vorzugsweise durch eine Farbmarkierung, beispielsweise durch einen die Mitte der Datenleitung 4 anzeigenden Strich 319, auf der Außenseite der Ummantelung 318 gekennzeichnet. Vorteilhaft ist die Variante nach Fig. 4C insbesondere dann, wenn die insgesamt benötigte Länge des Kabels den Aufwand zur Extrusion einer einstückigen Isolierung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht rechtfertigt.

Um eine Unterscheidung anhand der Frequenz zu ermöglichen, ist es zweckmäßig, wenn das Informationssignal in einem höheren Frequenzbereich als das Energiesignal, also beispielsweise im Bereich einiger Megahertz liegt. Zur Aufprägung der digitalen Information kann ein digitales Modulationsverfahren bekannter Art, beispielsweise Frequenzumtastung (FSK) gewählt werden. Als grober Richtwert für den in Frage kommenden Bereich der Übertragungsrate kann 10 bis 150 kBit/s veranschlagt werden, wobei die Trägerfrequenz bekanntermaßen in geeigneter Weise angepaßt werden muß. Je nach Anwendung ist die Länge der Übertragungsstrecke, welche der Länge des Bewegungsbereiches des zu versorgenden Verbrauchers entspricht, in weiten Grenzen, d.h. von ca. einem Meter bis zu mehreren hundert Metern, variabel.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur induktiven Übertragung elektrischer Energie, mit einer aus zwei parallel zueinander geführten Adern bestehenden primärseitigen Energieleitung, der durch mindestens einen sekundärseitigen beweglichen Abnehmer mittels induktiver Kopplung Energie entnommen werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur zusätzlichen induktiven Übertragung von Daten zu oder von dem Abnehmer (3A bis 3C) primärseitig eine aus zwei parallel zueinander geführten Adern (4A, 4B) bestehende Datenleitung (4) vorgesehen ist, daß beide Adern (4A, 4B) der Datenleitung benachbart zu einer der beiden Adern (2B) der Energieleitung (2) angeordnet sind, und daß sie symmetrisch zu einer Ebene angeordnet sind, bezüglich derer der Querschnitt des Leiters (7) der benachbarten Ader (2B) der Energieleitung (2) seinerseits symmetrisch ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Datenleitung (4) in Bezug auf die weiter entfernte Ader (2A) der Energieleitung (2) die gleiche Art von Symmetrie aufweist wie in Bezug auf die benachbarte Ader (2B).
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Datenleitung auf derjenigen Seite der benachbarten Ader (2B) der Energieleitung (2) angeordnet ist, welche der anderen Ader (2A) abgewandt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Datenleitung (4) in dem Zwischenraum zwischen der ihr benachbarten Ader (2B) der Energieleitung (2) und dem Raum, in dem sich der sekundärseitige Abnehmer (3A bis 3C) bewegt, angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Datenleitung (4) an der Energieleitung (2) befestigt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Befestigung der Datenleitung (4) an der Energieleitung (2) durch eine Vielzahl von Verbindungsgliedern bewirkt wird, die entlang der beiden Leitungen (2 und 4) angeordnet und mit diesen verrastet sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Datenleitung (4) zusammen mit der Energieleitung (2) in einem gemeinsamen Kabel integriert ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß in oder an dem sekundärseitigen Abnehmer (3A bis 3C) eine Induktivität vorgesehen ist, die mit der Datenleitung (4) magnetisch gekoppelt ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mit der Datenleitung (4) magnetisch gekoppelte abnehmerseitige Induktivität in oder an dem Abnehmer (3A bis 3C) so angeordnet ist, daß sie in der Betriebsposition des Abnehmers (3A bis 3C) die gleiche Art von Symmetrie wie die Datenleitung (4) zu derjenigen Ader (2B) der Energieleitung (2), zu welcher die Datenleitung (4) benachbart ist, einhält.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß einerseits an mindestens einer Stelle entlang der primärseitigen Datenleitung (4) oder an einem Ende derselben, sowie andererseits in oder an dem sekundärseitigen Abnehmer (3A bis 3C) mindestens eine Sendeeinrichtung (5) und mindestens eine Empfangseinrichtung (6A bis 6C) vorgesehen sind, zwischen denen über die Datenleitung (4) und die mit dieser magnetisch gekoppelte Induktivität Informationssignale übertragbar sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl primärseitig, als auch sekundärseitig jeweils kombinierte Sende- und Empfangseinrichtungen (5; 6A bis 6C) vorgesehen ist, wodurch eine bidirektionale Kommunikation über die Datenleitung (4) ermöglicht wird.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß benachbart zu jeder der beiden Adern (2A, 2B) der Energieleitung (2) je eine Datenleitung (4) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß primärseitig und sekundärseitig jeder Datenleitung (4) entsprechende Sende- und Empfangseinrichtungen (5; 6A bis 6C) zugeordnet sind, die zusammen eine Kommunikation im Vollduplex-Betrieb realisieren.
14. Kabel für die Primärleiterschleife einer Vorrichtung zur induktiven Übertragung elektrischer Energie zu mindestens einem beweglichen Verbraucher, mit einem Leiter von annähernd symmetrischem Querschnitt, der von einer Isolierung umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur gleichzeitigen induktiven Übertragung von Daten zu und/oder von dem Verbraucher zwei weitere Leiter (109A, 109B; 209A, 209B; 309A, 309B) wesentlich geringeren Querschnitts parallel zu dem ersten Leiter (107; 207; 307) und symmetrisch zu einer Symmetrieebene seines Querschnitts angeordnet sind, daß die weiteren Leiter (109A, 109B; 209A, 209B; 309A, 309B) ihrerseits jeweils von einer Isolierung (110A, 110B; 213; 310A, 310B) umgeben und fest mit dem ersten Leiter (107; 207; 307) verbunden sind, und daß die Winkellage der zwei weiteren Leiter (109A, 109B; 209A, 209B; 309A, 309B) in Bezug auf den ersten Leiter (107; 207; 307) durch die Form des Kabels und/oder eine Markierung (319) von außen erkennbar ist.
15. Kabel nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zwei weiteren Leiter (109A, 109B; 209A, 209B; 309A, 309B) mitsamt ihrer jeweiligen Isolierung (110A, 110B; 213; 310A, 310B) von dem ersten Leiter (107; 207; 307) ohne Zerstörung der Isolierung (108; 213; 308) desselben abtrennbar sind.
16. Kabel nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Isolierungen (110A, 110B; 213) der zwei weiteren Leiter (109A, 109B; 209A, 209B) einstückig mit der Isolierung (108; 213) des ersten Leiters (107; 207) ausgebildet und mit dieser über Sollbruchstellen (111A, 111B; 211A, 211B) verbunden sind.
17. Kabel nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zwei weiteren Leiter (309A, 309B) Bestandteile eines von dem ersten Leiter (307) und dessen Isolierung (308) separaten, isolierten Flachkabels sind, das an der Isolierung (308) des ersten Leiters (307) anliegt und an dieser durch eine gemeinsame Ummantelung (318) festgehalten wird.

18. Kabel nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gemeinsame Ummantelung (318) aus einem **nachträglich** angebrachten, textilen oder textilverstärkten Erzeugnis besteht.

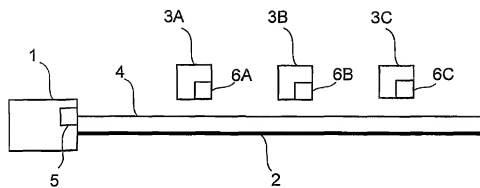


Fig. 1

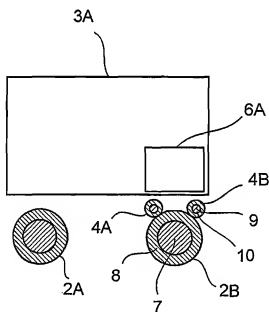


Fig. 2

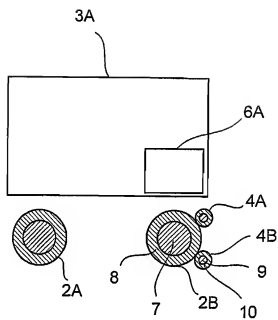


Fig. 3

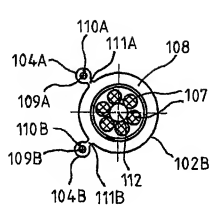


Fig. 4A

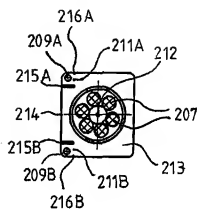


Fig. 4B

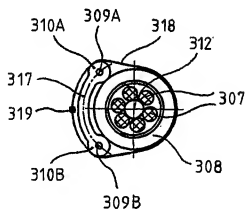


Fig. 4C